

# Análisis prospectivo del subsector minero de materiales de construcción en los municipios del norte del departamento del Cesar (Colombia)

Prospective Analysis of the Mining Subsector of Building Materials in the Municipalities of the Northern Region of the State of Cesar, Colombia

Luis Carlos Araujo Medina<sup>1</sup>, Yolivis Cuello Ruiz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero de Minas, Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia.  
Email: [laraujo@areandina.edu.co](mailto:laraujo@areandina.edu.co)

<sup>2</sup> Ingeniero de Minas, Fundación Universitaria del Área Andina, Colombia.  
Email: [ycuello2@estudiantes.areandina.edu.co](mailto:ycuello2@estudiantes.areandina.edu.co)

 OPEN ACCESS



**Copyright:**© 2019 Ingenierías USBMed. La revista *Ingenierías USBMed* proporciona acceso abierto a todos sus contenidos bajo los términos de la licencia creative commons Atribución- no comercial- SinDerivar 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)

**Tipo de Artículo:** Investigación científica y tecnológica.

**Recibido:**06-05-2019.

**Revisado:** 06-06-2019.

**Aprobado:** 11-06-2019.

**Doi:** 10.21500/20275846.4091

**Referenciar así:** L.C Araujo & Y. Cuello. "Análisis prospectivo del subsector minero de materiales de construcción en los municipios del norte del departamento del Cesar (Colombia)". *Ingenierías USBMed*, 10(2), pp.16-24, 2019.

**Declaración de disponibilidad de datos:** Todos los datos relevantes están dentro del artículo, así como los archivos de soporte de información.

**Conflicto de intereses:** los autores han declarado que no existen conflicto de intereses.

**Editores:** Yohana López Rivera, Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia. Alfonso Insuasti Rodríguez, Universidad de San Buenaventura, Medellín, Colombia. Erika Solange Imbett Vargas, Instituto Tecnológico Metropolitano. Eliana Zapata Ruiz, Instituto Tecnológico Metropolitano. José Fernando Valencia Grajales, Universidad Autónoma Latinoamericana.

**Resumen.** El departamento del Cesar es uno de los principales productores de materiales de construcción en la costa norte colombiana; de allí la importancia de realizar un análisis referido a este particular mediante la planeación estratégica por escenarios —“Prospectiva Estratégica”—. En esa línea, el uso de los softwares MICMAC y SMIC permitió identificar las variables estratégicas, así como simular los escenarios prospectivos a través de la recopilación suministrada por las empresas mineras y el análisis de la información técnica y jurídica de la oficina de la autoridad minera y ambiental; es importante destacar que los títulos mineros seleccionados cumplen con lo contemplado en la Resolución 151 de 2018. Con base en los resultados obtenidos se determinaron como variables estratégicas más influyentes la seguridad jurídica, la fiscalización minera y el cumplimiento de los planes de manejo ambiental. Estas variables fueron evaluadas y calificadas por un panel de expertos y, con la aplicación de la técnica de la matriz de impactos cruzados, se obtuvieron cinco escenarios probables en una proyección realizada al año 2035.

**Palabras Clave.** Escenarios, materiales de construcción, MICMAC, minería, SMIC, variables.

**Abstract.** The State of Cesar is one of the leading producers of building materials in the Colombian northern coast. Hence, the importance of performing an analysis concerning this particular issue through strategic planning by scenarios —“Strategic Foresight.”— In that vein, the use of MICMAC and SMIC software allowed to identify strategic variables, as well as to simulate the prospective scenarios through the collection provided by mining companies and the analysis of the technical and legal information of the Office of Mining and Environmental Authority. It is important to highlight that the selected mining rights comply in conformity with the resolution 151 of 2018. Based on the obtained results, legal certainty, mining control, and compliance with environmental management plans were determined as the most influential strategic variables. These variables were evaluated and rated by a panel of experts, and with the application of the cross impact matrix technique, five plausible scenarios in a projection to the year 2035, were obtained.

**Keywords.** Scenarios, building materials, MICMAC, mining, SMIC, variables.

## I. Introducción

La complejidad de la litología y geomorfología en el departamento del Cesar fue causante del dinamismo de la diversidad de los ambientes geológicos; estos forjaron una riqueza de materiales de utilidad en infraestructura de distintos tipos, hecho que derivó en un beneficio hacia las empresas mineras y la sociedad. Si bien esto es verídico, la minería tiene como reto frente al desarrollo sostenible, financiero y de factibilidad la labor de garantizar que la repercusión de sus actividades sobre las comunidades y el ambiente sean favorables, y aporten a la sostenibilidad del bienestar de la comunidad y el medio ambiente.

La minería es uno de los sectores más representativos y dinámicos de la economía colombiana; a su turno, la construcción, en tanto subsector de esta, es importante en el consumidor de materiales y generador de residuos [1, 2, 3]. Según los boletines emitidos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, entre 2010 y 2018 el consumo de materiales para la fabricación de cemento, productos de hormigón y yeso aumentó en cerca de 190% y 310%, respectivamente [4, 5]. Con lo anterior, se espera que las tasas de crecimiento se mantengan en los próximos 10 años para apoyar la construcción de nuevas viviendas y obras de infraestructura, [6] y que la demanda de cemento supere los 12 millones de toneladas en 2022 [7]. Dadas las expectativas de crecimiento de la construcción en Colombia, es necesario estimar la demanda de materiales para la planeación adecuada tanto en el sector minero como en la cadena de suministro de materiales y la disposición de residuos [1], así como analizar los puntos influyentes que generan el crecimiento o decrecimiento de la explotación de los materiales de construcción, de tal suerte que se logre un mejor entendimiento de las unidades de producción minera (UPM) y su relación con los entornos económico, ambiental y social. Todo esto con el fin de predecir el beneficio que la actividad en cuestión traerá a la sociedad y, dado el caso, establecer medidas que afecten su evolución.

Lo anterior se puede lograr con el buen uso de la ciencia de la prospectiva, por lo que esta se relaciona con el devenir.

En este sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) puntualiza la prospectiva como el conjunto de tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad, con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos o sociales [8]. Así, la prospectiva es una disciplina que conformada por un conjunto de metodologías orientadas a la previsión del futuro. De modo concreto, radica en construir, con el concierto de un grupo de expertos, escenarios futuros posibles y, en ocasiones, determinar su probabilidad, en aras de planificar las estrategias, objetivos y acciones necesarios para evitar, acelerar y conseguir su ocurrencia [9]. Godet (1993) [10], clasifica las distintas posiciones frente al futuro, así como las decisiones sobre escenarios, en pasivos, reactivos y proactivos.

## II. Metodología

Para la simulación prospectiva del subsector minero de materiales de construcción en los municipios del norte del departamento del Cesar se tuvo en cuenta la metodología de varios autores de nivel nacional e internacional, que han propuesto métodos para la realización de este tipo de análisis [1, 11, 12, 13].

La investigación comprendió tres etapas. Primero, se realizó una prospección para el reconocimiento de campo con base en técnicas de observación, encuestas (Tabla 1), entrevistas y registros fotográficos, entre otros, con el fin de identificar los procesos y variables estratégicas más influyentes en las explotaciones mineras en la determinación de escenarios futuros del subsector minero de materiales de construcción; cabe resaltar que el test de sostenibilidad (Tabla 1), es una modificación del diseñado por Gonzales y Carvajal (2002). En segundo lugar, se clasificaron y caracterizaron veinte (20) UPM (Tabla 1) (Figura 1), en los municipios de Bosconia, El Copey, La Paz, Manaure, Pueblo Bello, San Diego y Valledupar, de acuerdo con los siguientes criterios:

**Tabla 1.** Test de sostenibilidad.

NOMBRE DEL COMPONENTE	TIPO DE ACCIÓN	CUMPLE	
		SI	NO
<b>COMPONENTE TÉCNICO MINERO (CTM)</b>	¿Se conoce el modelo genético de yacimiento? ¿Existe una planificación del uso y gestión de las reservas? ¿Existe una caracterización geomecánica de la explotación y su entorno? ¿Se cumple con las metas de producción anual aprobadas en el pto? ¿Está optimizado el proceso de perforación y voladura? ¿Esta optimizado el proceso de cargue y transporte? ¿Esta optimizado el método de explotación? ¿Esta optimizado el proceso de beneficio? ¿Existe un plan de ordenación del territorio minero? ¿Se ha obtenido alguna certificación de gestión de la calidad (ISO 9000)? ¿Existe un plan de cierre de la actividad minera? ¿Existe algún plan de eficiencia energética?		
<b>COMPONENTE SOCIAL Y AMBIENTAL (CSA)</b>	¿Existe programa de seguimiento y control de emisiones? ¿Se ha obtenido alguna certificación de gestión ambiental (ISO 14000)? ¿Existen estudios de evaluación del impacto ambiental del proyecto minero? ¿Se cumple el plan de restauración minera? O recuperación morfológica y ambiental? ¿Ha tenido la empresa minera alguna auditoría ambiental? ¿Se sigue algún programa de minimización de residuos? ¿Existe un sistema de gestión integral del agua? ¿Existe un plan de minimización de daños ambientales? ¿Existe compromiso y responsabilidad social de la empresa con sus empleados? ¿Existe un estudio sobre repercusiones de la actividad minera en la población? ¿Existen programas de formación continua y capacitación para el empleo? ¿Existen mecanismos de participación ciudadana en las decisiones de la empresa? ¿Existe un estudio sobre repercusiones de la actividad minera en la población?		
<b>COMPONENTE ECONÓMICO LEGAL (CEL)</b>	¿Se conoce el grado de cumplimiento de la empresa, en torno a la normativa y legislación minera y ambiental? ¿Se cumplen los requisitos administrativos, fiscales y laborales? ¿Ha previsto la empresa algún fondo o póliza de garantía de sus actividades? ¿Se tiene un conocimiento pleno de los costos reales de la explotación minera?		
<b>COMPONENTE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (CSST)</b>	¿Se ha obtenido alguna certificación de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (ISO 18000)? ¿Existe un programa de prevención de riesgos laborales? ¿Se tienen, índices o estadísticas fiables acerca de los accidentes que se han presentado en los últimos años? ¿Existen programas de formación continua y capacitación en seguridad y salud en el trabajo?		

1. Pertenecer a los municipios de estudio (Valledupar, Pueblo Bello, Bosconia, Copey, La paz, San Diego y Manaure).
2. Que realizaran la extracción de materiales de construcción descritos por la resolución 151 del 23 de marzo de 2018, de la unidad de planeación minero-energética.
3. Que estén en etapa de explotación.
4. Que cuenten con licencia ambiental vigente.

En tercer lugar, y una vez identificadas las variables estratégicas (Tabla 2) más influyentes en las explotaciones mineras, se usaron el software libre de simulación de datos MICMAC (Matriz de impactos cruzados multiplicación aplicada a una clasificación), cuyo funcionamiento radica en analizar de forma estructural el

sistema de variables dentro de un área de conocimiento, en busca de identificar variables clave que evolucionen el sistema estudiado [14]; y el software libre de simulación de datos SMIC (Sistemas y Matrices de Impactos Cruzados), cuyo objetivo es dar consistencia a la formulación de hipótesis sobre la evolución futura de un sistema y, al mismo tiempo, identificar escenarios probables, con base en el supuesto de que los expertos pueden dar respuestas a probabilidades simples y condicionadas de un conjunto de hipótesis seleccionadas previamente. Asimismo, y en función de las inconsistencias que pueden surgir en las respuestas de los expertos, SMIC corrige las probabilidades para arrojar los posibles escenarios.

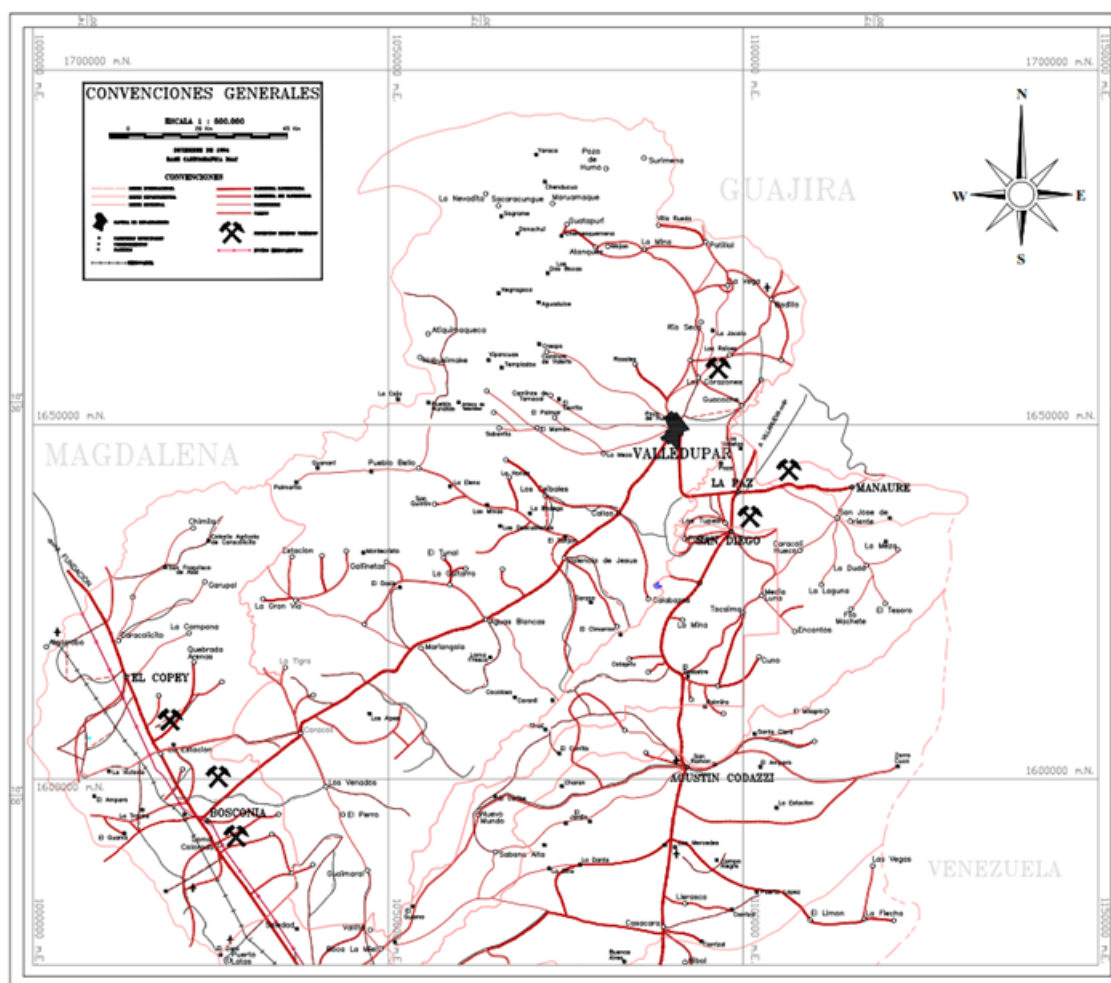


Figura 1. Área de estudio.

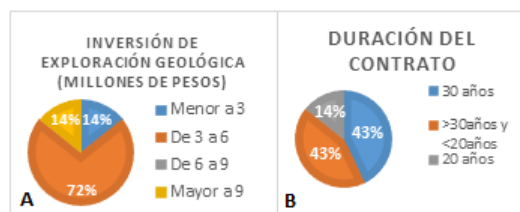
Tabla 2. Test de sostenibilidad.

Código de Expediente	Municipio	Nombre del Titular	Municipio del Titular
0184-20	Bosconia	MIDAS LTD	Valledupar
0190-20	Bosconia	Bosconia minerals SAS	Bogotá
0210-20	Bosconia	José Perez Camacho	Bosconia
KEK-08121	Bosconia	Yojan Logan Cuello Royeth	Valledupar
0361-20	Bosconia	Rafael Jiménez Zalabata	Barranquilla
0120-20	El Copey	GRODCO ENCA INGENIEROS CIVILES	Bogotá
0141-20	El Copey	Construcciones el CONDOR SAS	Medellín
096-20	Valledupar	Concretos ARGOS	Barranquilla
0151-20	Valledupar	Coopexma	Valledupar
0157-20	Valledupar	Cootramac	Valledupar
032-1-20	Manaure	Cementos Y Calizas De La Paz S.A.	Valledupar
LL7-11251	San Diego	Juan Rafael Calderón y otros	San Diego
0187-20	La Paz	Luis Alberto Guerra Araujo	La Paz
0167-20	Valledupar	AGREGADOS DEL CESAR E.U.	Valledupar
IK2-10561	Valledupar	Pavimentos y construcciones el dorado LTDA.	Bogotá
ICQ-082020X	El Copey	Carlos Alberto Ramírez	Medellín
KHE-08121	Bosconia	A & G Constructores	Bosconia
IFJ-10222	La Paz	Jesús Manosalva Quintero	Valledupar
LES-11081	San Diego	Construcciones el CONDOR SAS	Medellín
ICQ-082018X	El Copey	Latinoamericana De Construcciones S.A.	Medellín

### III. Resultado y discusión

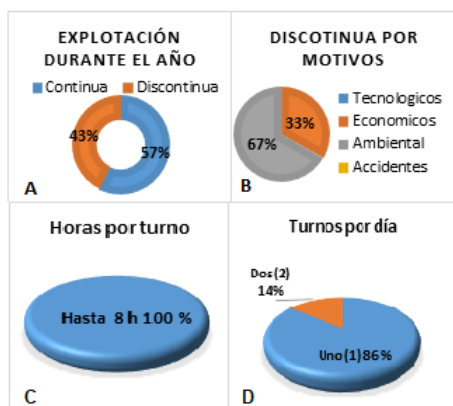
Las canteras fueron caracterizadas a través de técnicas y métodos de recopilación de información por medio de los expedientes, verificación de información con encuestas tipo test y entrevistas de campo.

En la figura 2A, se explicitan las inversiones realizadas en millones de pesos en exploración geológica en las canteras: el 72% tuvo una inversión de 3 a 6 millones de pesos; en 14% fue inferior a 3 millones; y en el 14% restante fue superior a 9 millones. En la figura 2B, el 43% tiene un contrato de concesión a 30 años, 14% cuentan con un contrato a 20 años, y el otro 43% posee un contrato de concesión que puede ser superior a 20 años, pero inferior a 30.



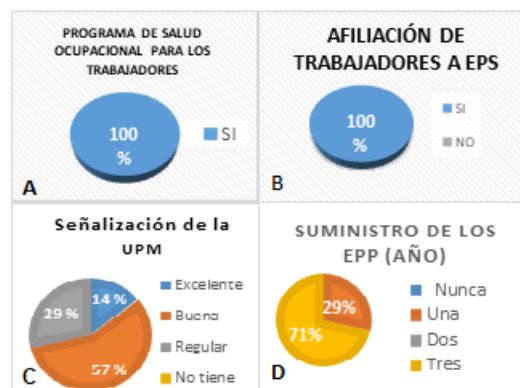
**Figura 2.** Inversiones en exploración y término de duración de contrato, en las canteras estudiadas.

La figura 3A ilustra los porcentajes de las explotaciones en las canteras durante el año: 57% corresponde a explotaciones continuas y 43% a discontinuas. La figura 3B, a su turno, especifica los motivos por el cual se presentaron explotaciones discontinuas: 67% obedeció a irregularidades ambientales (sequías, poco material de arrastre, fuertes lluvias, inconsistencia ambiental encontrada por las entidades de control), mientras que el 33% restante estuvo motivado por aspectos económicos de oferta y demanda del material. Las figuras 3C y 3D, por su parte, muestran los turnos laborales por día en las canteras: 86% tienen un turno por día y 14% dos turnos (en el 100% de los casos son turnos de ocho horas de duración).



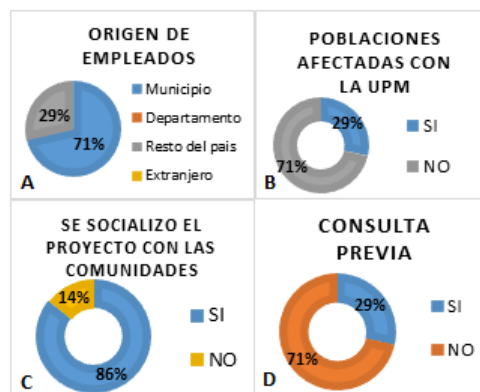
**Figura 3.** Tipo de explotación, causales explotación discontinua durante el año y número de turnos.

En las figuras 4A y 4B se aprecia que el 100% de las canteras cuentan con un programa de seguridad y salud en el trabajo, a la vez que tienen afiliados a los trabajadores a una entidad prestadora de servicios de salud (EPS). En la figura 4C se muestra que en el 29% de las canteras la señalización es regular, en 57% es buena y en el 14% restante es excelente. En cuanto a la utilización de los elementos de protección personal (EPP), 71% de las canteras los suministran tres veces por año; mientras que 29% lo hacen una vez al año.



**Figura 4.** Tenencia del PSST, afiliación de empleados a EPS, señalización y suministro anual de EPP en las canteras visitadas.

En la figura 5A, se indica que 71% de los empleados de las canteras provienen de los municipios mineros, y el 29% del resto del país. En la figura 5B, el 71% contempla que las UPM no causan afectaciones a las comunidades vecinas, mientras que el 29% opina lo contrario. La figura 5C, por su parte, ilustra que el 86% de las canteras socializaron el proyecto con las comunidades aledañas y el 14% no lo hicieron; y la figura 5D, a su turno, muestra que el 71% de las canteras no ejecutaron consulta previa alguna con las comunidades, labor que sí realizó el 29% restante.

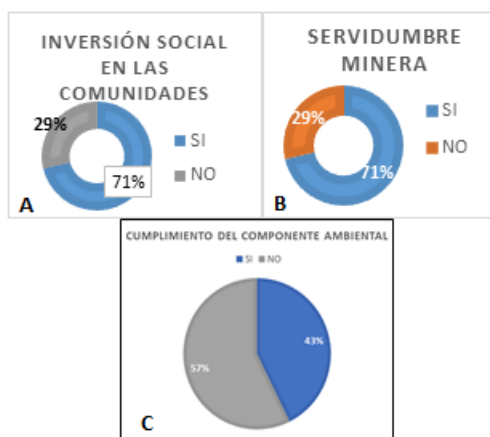


**Figura 5.** Procedencia de los empleados y afectación a poblaciones por parte de las canteras.



**Tabla 3.** Variables ingresadas al software MICMAC.

No	Variable	Código Soft-ware	Descripción
1	Participación del PIB Minero	V-1	Participación económica del subsector minero de materiales de construcción en el PIB del Departamento del Cesar
2	Inversión Minera en Exploración Geológica	V-2	Inversiones realizadas por los titulares mineros durante la etapa de exploración del Contrato de Concesión
3	Cumplimiento del PMA	V-3	Indicador de Gestión Ambiental para cada una de las UPM
4	Contingencias ambientales	V-4	Contingencias Ambientales ocurridas durante el último año de operaciones mineras
5	Remediación de los pasivos ambientales mineros	V-5	Acciones de las UPM evaluadas ante los impactos ambientales generados por las operaciones mineras
6	Generación de Empleo	V-6	Mano de obra local y regional vinculada con las UPM de materiales de construcción, de forma directa e indirecta
7	Consultas Previas con Comunidades	V-7	Realización del proceso de consultas previas con comunidades en el área de influencia de los proyectos mineros
8	Proyectos de Inversión Social en el Marco de la RSE	V-8	Avance de los Proyectos de Inversión Social en el área de influencia de cada una de las UPM
9	Conflictividad social en cada UPM	V-9	Paros armados, marchas pacíficas, conflictos por predios/tierras, oposición de algunas ONG, conflictos por “línea negra”
10	Afiliaciones de seguridad	V-10	Cumplimiento de la normativa de afiliación en seguridad y salud en el trabajo
11	Suministros de lo EPP	V-11	Cumplimiento en la entrega de los elementos de protección personal a los trabajadores
12	Señalización de las UPM	V-12	Cumplimiento en normativa establecida para las señalizaciones y demarcaciones de las UPM
13	Seguridad Jurídica	V-13	Cambios constantes en la normatividad y regulaciones en materia minera, laboral, medio ambiental y de seguridad y salud en el trabajo
14	Simplificación de Procesos en los Trámites y Servicios	V-14	Posibilidad de realizar trámites en línea, mayor eficiencia en los trámites y solicitudes
15	Fiscalización Minería y Seguimiento Ambiental	V-15	Fiscalización y control permanente por parte de la Agencia Nacional de Minería y de la Corporación Autónoma Regional de Cesar (CORPOCESAR)
16	Socialización del Proyecto	V-16	Presentación del Proyecto minero a las comunidades cercanas a la UPM



**Figura 6.** Procesos de inversión social y servidumbres mineras.

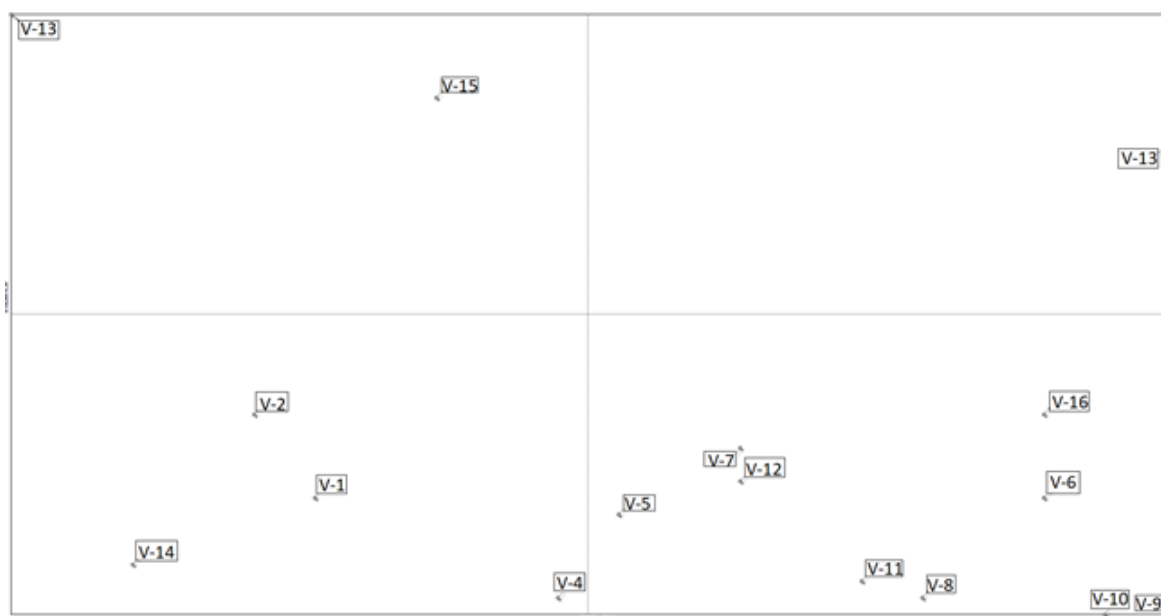
La figura 6A representa la inversión social en las comunidades: un 71% incurrió en ella y el 29% no lo hizo. La figura 6B, por su parte, identifica las UPM que pagan servidumbre minera: el 71% lo hace y el 29% no; y en la 6C se expresa el cumplimiento del componente ambiental: 43% de las canteras cumple

con las condiciones ambientales establecidas, frente a 57% que no lo hace.

La realización del estudio permitió identificar y verificar el estado actual de las explotaciones en cuanto a los componentes social y ambiental. Con la simulación prospectiva realizada se obtuvieron 8 posibles escenarios.

El análisis estructural es una herramienta diseñada para enlazar ideas: permite describir el sistema gracias a una matriz que integra a todos sus elementos constitutivos. El método empleado habilitó estudiar estas relaciones para encontrar las variables influyentes, dependientes y esenciales, en aras de entender la evolución del sistema y predecir su comportamiento futuro. El principal mérito de esta forma de trabajo radica en la ayuda que presta a un grupo para plantearse las buenas preguntas y construir reflexión colectiva [15].

Las variables (Tabla 3) fueron seleccionadas de forma estratégica, según los resultados arrojados por las técnicas descritas en la metodología. Estas permitieron identificar las variables estratégicas con mayor influencia y poca dependencia sobre las demás, esto es, V3, V13 y V15, que representan cumplimiento del plan



**Figura 7.** Resultados de la matriz de influencia directa de MICMAC.

**Tabla 4.** Variables estratégicas con su situación actual, horizonte e hipótesis de futuro.

Variable	Evento	Situación actual	Horizonte	Hipótesis de futuro
<b>Seguridad Jurídica</b>	V1.	El Departamento del Cesar cuenta con un 5,47% del total de los títulos mineros de materiales de construcción otorgados a nivel nacional.	Que tan probable es que para el Año 2035	El Departamento del Cesar cuenta con un 10% del total de los títulos mineros de materiales de construcción otorgados a nivel nacional.
<b>Fiscalización minera y seguimiento ambiental</b>	V2.	Durante 2018, la ANM realizó 270 visitas de fiscalización minera a los títulos de materiales de construcción en el Departamento del Cesar.		La ANM realice anualmente 600 visitas de fiscalización minera a los títulos de materiales de construcción en el Departamento del Cesar.
<b>Cumplimiento del PMA</b>	V3.	Las explotaciones de materiales de construcción en la subregión Norte del Departamento del Cesar tienen un 42,7% de cumplimiento en los aspectos ambientales, incluido su respectivo PMA..		Las explotaciones de materiales de construcción en la subregión Norte del Departamento del Cesar tengan un 70% de cumplimiento en los aspectos ambientales, incluido su respectivo PMA..

de manejo ambiental (PMA), seguridad jurídica, fiscalización minera y seguimiento ambiental. De acuerdo a la figura 7, las dos últimas se encuentran en la zona de poder, con lo que se convierten en las de mayor importancia porque influyen en la mayoría y dependen poco de ellas; son muy fuertes y poco vulnerables, por lo que cualquier modificación que ocurra en ellas tendrá repercusiones en todo el sistema. Además, es importante resaltar que la variable V3 representa la zona de conflicto: es muy importante y altamente vulnerable porque influye sobre las restantes, pero a su vez recibe influencia de ellas, por lo que su variación tendrá efectos en sí misma y en la zona de salida.

Para utilizar el software SMIC se tuvieron en cuenta las 3 variables estratégicas obtenidas con MICMAC. La tabla 4 muestra su situación actual, el horizonte de tiempo establecido para el proyecto y la hipótesis futura.

Las hipótesis futuras descritas para cada variable están basadas en el crecimiento que han tenido el otorgamiento de títulos mineros de materiales de construcción en los 10 últimos años, así como su oferta y demanda en el departamento del Cesar, habida cuenta del horizonte de tiempo planteado. Las 3 hipótesis están totalmente ligadas: una depende de la otra en el orden de la tabla 4.

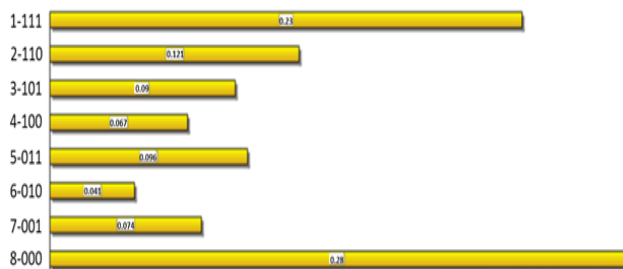
De lo anterior se calificaron las hipótesis futuras de cada variable estratégica, planteándose argumentos a favor y en contra de cada una con calificaciones de probabilidad de ocurrencia simple, que oscilan entre “muy improbable” (0.1), “improbable” (0.3), “duda” (0.5), “probable” (0.7) y “muy probable” (0.9). Además, se identificaron las probabilidades de ocurrencia o no ocurrencia los eventos (Figura 8).

**Tabla 5.** Escenarios con la probabilidad de ocurrencia más alta.

Escenarios	Experto1	Experto2	Experto3	Experto4	Experto5	Experto6	Pr. ocurrencia	Pr. acumuladas
8-000	0.349	0.429	0.422	0.048	0.433	0	0.28	0.28
1-111	0.232	0.221	0.377	0.025	0.312	0.212	0.23	0.52
2-110	0.16	0.154	0.078	0.165	0	0.17	0.121	0.631
5-011	0.053	0.094	0.064	0.202	0.027	0.136	0.096	0.727
3-101	0.041	0.037	0.036	0.108	0.104	0.216	0.09	0.817
7-001	0.133	0.024	0.01	0.144	0	0.133	0.074	0.891
4-100	0	0.024	0.013	0.212	0.097	0.056	0.067	0.958
6-010	0.033	0.016	0	0.096	0.026	0.076	0.041	0.999

**Tabla 6.** Escenarios con la probabilidad de ocurrencia más alta.

Escenarios	Probabilidades dispuestas de mayor a menor	Nombre del escenario
8-000	0.28	Un Cesar sin explotación de materiales de construcción
1-111	0.23	Un Cesar con alto crecimiento y desarrollo del subsector
2-110	0.121	Crecimiento del subsector sin sostenibilidad ambiental
5-011	0.096	Subsector sin reglas de juego claras y estables
3-101	0.09	Subsector sin vigencia y control

**Figura 8.** Histograma de probabilidad de los escenarios.

La tabla 5 representa ocho escenarios arrojados por el software SMIC, ordenados de forma descendente en función de su probabilidad de ocurrencia y descartándose aquellos de probabilidad acumulada superior a 80%. Lo anterior permitió identificar cinco posibles escenarios (tabla 6):

1. Un Cesar sin explotación de materiales de construcción
2. Un Cesar con un alto crecimiento y desarrollo del subsector
3. Crecimiento del subsector sin sostenibilidad ambiental
4. Subsector sin reglas de juego claras y estables
5. Subsector sin vigilancia y control

Cabe resaltar que el primer escenario tiene una mayor probabilidad de ocurrencia (0.28), con lo cual establece un contexto en el que no se cumple ninguna de las tres variables estratégicas propuestas; el segundo escenario tiene una probabilidad de ocurrencia (0.23) con el que se cumplen por completo las variables estratégicas propuestas con sus respectivas hipótesis.

Es importante resaltar la pertinencia de este estudio y la alineación que refleja con lo establecido en la Política Minera Colombiana expedida en 2016 por el Gobierno nacional, por medio de la cual se definen

los pilares y líneas estratégicas para el sector minero: seguridad jurídica, condiciones competitivas, confianza legítima, infraestructura y disponibilidad de la información. Lo anterior evidencia que para hacer sostenible la minería del subsector de los materiales de construcción en los municipios estudiados y alcanzar el escenario propuesto como “Un Cesar con alto crecimiento y desarrollo (111)”, se deben proponer estrategias de desarrollo que estén alineadas con lo establecido en la Política Minera Colombiana.

#### IV. Conclusiones

Esta investigación se desarrolló mediante la aplicación de la planeación estratégica por escenarios, o “prospectiva estratégica”; se establecieron como variables estratégicas más influyentes en el subsector de los materiales de construcción para los municipios estudiados la seguridad jurídica, la fiscalización minera y el cumplimiento de los planes de manejo ambiental. Con estas variables, evaluadas y calificadas por un panel de expertos, y luego de la aplicación de la técnica de la matriz de impactos cruzados, se obtuvieron cinco (5) escenarios probables para el subsector en una proyección realizada al año 2035.

Por medio de esta investigación prospectiva se estimaron los escenarios futuros o tendencias para el subsector de materiales de construcción en los municipios ubicados en el norte del departamento del Cesar, con el fin de dejar un insumo que pudiera servir de herramienta de consulta para planificar y elaborar estrategias de seguimiento y control de la minería en la región, de modo tal que se propenda por una actividad sostenible en el tiempo.



## Referencias

- [1] J. P. Ríos-Ocampo, Y. Olaya-Morales, and G. J. Rivera-León, “Proyección de la demanda de materiales de construcción en Colombia por medio de análisis de flujos de materiales y dinámica de sistemas,” *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 16, no. 31, pp. 75–95, 2017.
- [2] ACRIP-FEDESARROLLO, “Informe mensual del mercado laboral. composición sectorial del empleo en Colombia.” Formas Finales Ltda., Bogotá, 2013.
- [3] DANE, “Construcción.” 2015a [En línea]. Disponible en: <http://goo.gl/Eq9hNG>.
- [4] DANE, “Encuesta anual manufacturera.” 2015b [En línea]. Disponible en: <http://goo.gl/w3qi1b>.
- [5] DANE, “Índice de costos de la construcción de vivienda (iccv).” 2018 [En línea]. Disponible en: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/iccv/bol\\_iccv\\_feb18.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/iccv/bol_iccv_feb18.pdf).
- [6] Editorial La República-LR., “Auge de los materiales para la construcción.” La República, Bogotá, 2014.
- [7] ARGOS, “Proyectos de expansión de capacidad de cemento en el centro de Colombia.” 18 de septiembre 2012 [En línea]. Disponible en: <http://goo.gl/UL0vZ3>.
- [8] L. Georghiou, J. Cassingena, M. Keenen, I. Miles, and R. Popper, *Manual de prospectiva tecnológica: conceptos y práctica*. México D.F.: FLASCO, 2010.
- [9] H. Vallejo, M. Calixto, and C. Mejía, “Análisis prospectivo estratégico el futuro de la minería ilícita al 2030.” Universidad Externado de Colombia, 2017 [En línea]. Disponible en: [https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/686/1/ASA-Spa-2018-Analisis\\_prospectivo\\_estragico\\_el\\_futuro\\_de\\_la\\_mineria\\_ilicita\\_Trabajo.pdf](https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/001/686/1/ASA-Spa-2018-Analisis_prospectivo_estragico_el_futuro_de_la_mineria_ilicita_Trabajo.pdf).
- [10] M. Godet, *De la anticipación a la acción: Manual de prospectiva y estrategia*. Marcombo Boixareu, 2013.
- [11] J. B. Garza Villegas, C. Alejandro, and D. Vladimir, “El uso del método micmac y mactor análisis prospectivo en un área operativa para la búsqueda de la excelencia operativa a través del lean manufacturing (use of the micmac and mactor method prospective analysis in an operational area for the pursuit of operational excellence through the lean manufacturing),” *Innovaciones de negocios*, vol. 8, no. 16, pp. 335–356, 2011.
- [12] Ministerio de Energía y minas, “Prospectiva estratégica del sector minero.” 2016, Directiva 001-2014-CEPLAN [En línea]. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per159758anx1.pdf>.
- [13] G. I. Herrera Sarmiento *et al.*, “Prospectiva 2013-2020 en el programa de ingeniería agroindustrial de la universidad de los llanos: Aplicación de la metodología de gestión tecnológica (mgt) y el método mic-mac.” PhD thesis, Universidad Nacional de Colombia- Sede Manizales, 2014 [En línea]. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/48283/1/40379498.2015.pdf>.
- [14] M. Godet, *Manuel de prospective stratégique*, vol. 16. Paris: Dunod, 2007.
- [15] D. Ballesteros and P. Ballesteros, “Análisis estructural prospectivo aplicado al sistema logístico.” *Scientia et Technica* Año XIV No 39. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701, 2008 [En Línea]. Disponible en: <file:///D:/MIS%20DOCUMENTOS/Downloads/Dialnet-AnalisisEstructuralProspectivoAplicadoAlSistemaLog-4745437.pdf>.